

Search: (((JP2003297407) OR (JP2003297407U)))/PN/XP

1 / 1

Patent Number: JP2003297407 A 20031017

CELL VOLTAGE DETERMINING UNIT

(JP2003297407)

セル電圧判定ユニット

(JP2003297407)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a cell voltage determining unit for a fuel cell stack whereby any failure of each unit cell is detected in the early stage by monitoring the conditions of the unit cells individually.

SOLUTION: The cell voltage determining unit is equipped with a plurality of comparison parts 43 and 44 and a plurality of output parts 41-1 thru 41-2. The comparison parts 43 and 44 compare the voltage 51 of each unit cell 21 with a plurality of different reference voltages 52 and 53. The output parts 41-1 thru 41-2 emit the determining signals 15-1 thru 15-2 to show the condition of the unit cell 21 on the basis of the comparison signals 52 and 53.









COPYRIGHT: (C)2004,JPO

Inventor: KONUMA HIROSHI
MINEO TOKUICHI
SAWADA KATSUKI

Patent Assignee: MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES

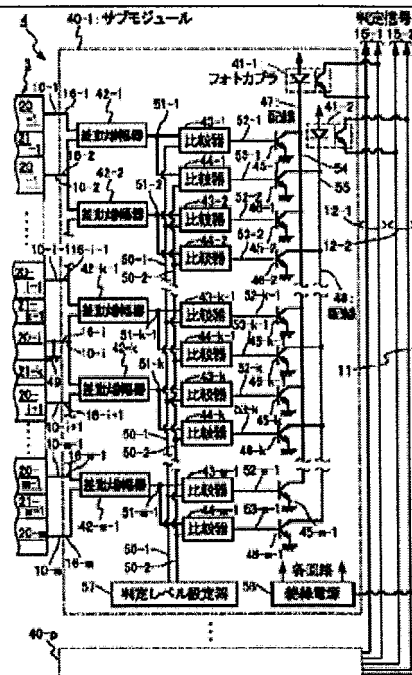
Orig. Applicant/Assignee: MITSUBISHI HEAVY IND LTD

Patent Assignee History: (A) MITSUBISHI HEAVY IND LTD

FamPat family	Publication Number	Kind	Publication date	Links
	JP2003297407	A	20031017	   
	STG:		Doc. laid open to publ. inspec.	
	AP :		2002JP-0100474 20020402	
	JP3993453	B2	20071017	   
	STG:		Grant. Pat. With A from 2500000 on	

Priority Nbr: 2002JP-0100474 20020402

©Questel



©Questel

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	Z 2 G 0 1 6
G 0 1 R 19/165		G 0 1 R 19/165	M 2 G 0 3 5
31/36		31/36	A 5 H 0 2 6
H 0 1 M 8/10		H 0 1 M 8/10	5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 18 頁)

(21)出願番号	特願2002-100474(P2002-100474)	(71)出願人	000006208 三菱重工株式会社 東京都港区港南二丁目16番6号
(22)出願日	平成14年4月2日(2002. 4. 2)	(72)発明者	小沼 浩 神奈川県相模原市旧名3000番地 三菱重工 業株式会社汎用機・特車事業本部内
		(72)発明者	峰尾 徳一 神奈川県相模原市旧名3000番地 三菱重工 業株式会社汎用機・特車事業本部内
		(74)代理人	100102864 弁理士 工藤 実

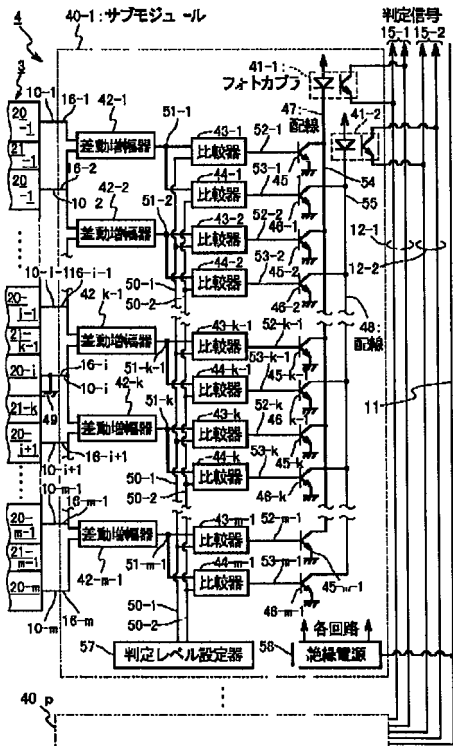
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 セル電圧判定ユニット

(57)【要約】

【課題】燃料電池スタックにおいて、複数の燃料電池セルの各々の状態を監視し、各燃料電池セルの異常を早期に個別に検知する。

【解決手段】複数の比較部43、44と、複数の出力部41-1~2とを具備するセル電圧判定ユニットを用いる。複数の比較部43、44は、燃料電池セル21のセル電圧51と、予め設定された互いに異なる複数の基準電圧50-1~2とに基づいて、セル電圧51と複数の基準電圧50-1、50-2の各々との比較結果としての複数の比較信号52、53を出力する。複数の出力部41-1~2は、複数の比較信号52、53の各々に基づいて、前記燃料電池セル21の状態を示す複数の判定信号15-1、15-2の各々を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】燃料電池セルのセル電圧と、予め設定された互いに異なる複数の基準電圧とに基づいて、前記セル電圧と前記複数の基準電圧の各々との比較結果としての複数の比較信号の各々を出力する複数の比較部と、前記複数の比較信号の各々に基づいて、前記燃料電池セルの状態を示す複数の判定信号の各々を出力する複数の出力部と、を具備する、セル電圧判定ユニット。

【請求項2】前記複数の比較部の各々は、前記セル電圧が前記複数の基準電圧の各々以下の場合、前記複数の比較信号の各々を出力する、請求項1に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項3】前記複数の出力部は、前記燃料電池セル及び前記複数の比較部と外部とを電気的に絶縁する、請求項1又は2に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項4】前記燃料電池セルは、複数あり、互いに直列に接続され、前記複数の比較部は、複数あり、前記複数の前記複数の比較部の各々は、前記複数の前記燃料電池セルの各々に対応して設けられている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項5】燃料電池セルのセル電圧と、予め設定された基準電圧とに基づいて、前記セル電圧と前記基準電圧との比較結果としての比較信号を出力する比較部と、前記比較信号に基づいて、前記比較信号を予め設定された規則で符号化した符号化信号を出力する符号化部と、前記符号化信号に基づいて、前記燃料電池セルの状態を示す判定信号を出力する出力部と、を具備する、セル電圧判定ユニット。

【請求項6】前記比較部は、前記セル電圧が前記基準電圧以下の場合、前記比較信号を出力する、請求項5に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項7】前記出力部は、前記燃料電池セル、前記比較部及び前記符号化部と外部とを電気的に絶縁する、請求項5又は6に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項8】前記燃料電池セルは、複数あり、互いに直列に接続され、前記比較部は、複数あり、前記複数の前記比較部の各々は、前記複数の前記燃料電池セルの各々に対応して設けられている、請求項5乃至7のいずれか一項に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項9】前記複数の前記比較部の各々は、前記セル電圧と予め設定された互いに異なる他の複数の基準電圧とに基づいて、前記セル電圧と前記他の複数の基準電圧の各々との比較結果としての他の複数の比較信号の各々を出力する他の複数の比較部と、を備える、請求項8に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項10】前記出力部は、フォトカプラを含む、請求項3又は7に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項11】前記複数の前記燃料電池セルの各々の両側に配設されたセパレータの電位に基づいて、前記セル電圧を出力する複数のセル電圧出力部を更に具備する、請求項4又は8に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項12】複数の燃料電池セルを直列に接続した燃料電池スタックにおける前記複数の燃料電池セルの各々のセル電圧を、前記複数の燃料電池セルの各々につけられた番号としてのセル番号に対応する選択信号に基づいて出力するセル電圧出力部と、前記選択信号を出力し、前記セル電圧に基づいて、前記セル番号と前記セル電圧とを含む電圧判定信号を出力する制御部と、を具備する、セル電圧判定ユニット。

【請求項13】前記電圧判定信号は、予め設定され、前記セル電圧の大きさに対応した前記複数の燃料電池セルの各々の状態の情報を含む、請求項12に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項14】前記制御部を電気的に絶縁し、前記電圧判定信号に基づいて、判定信号を出力する出力部を更に具備する、請求項12又は13に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項15】前記セル電圧出力部は、前記複数の燃料電池セルの第1番目から最後より2番目までのセパレータの電位と、前記選択信号とに基づいて、前記選択信号に対応する前記セパレータの電位としての第1電位を出力する第1選択部と、前記複数の燃料電池セルの第2番目から最後までの前記セパレータの電位と、前記選択信号とに基づいて、前記選択信号に対応する前記セパレータの電位としての第2電位を出力する第2選択部と、前記第1電位と前記第2電位とに基づいて、前記セル電圧を出力する差動増幅部と、を具備する、請求項12乃至14のいずれか一項に記載のセル電圧判定ユニット。

【請求項16】請求項1乃至15のいずれか一項に記載の前記セル電圧判定ユニットと、前記セル電圧判定ユニットを搭載した前記燃料電池スタックと、を具備する、燃料電池システム。

【請求項17】複数の燃料電池セルを直列に接続した燃料電池スタックにおける前記複数の燃料電池セルの各々のセル電圧を取得するステップと、前記セル電圧と予め設定された複数の基準電圧の各々とを比較するステップと前記セル電圧と前記複数の基準電

圧の各々との大小関係に基づいて、予め設定された複数の比較信号の内、前記大小関係に対応する比較信号を生成するステップと、

前記対応する比較信号に基づいて、前記セル電圧の状態を判定するステップと、

を具備する、セル電圧判定方法。

【請求項18】前記セル電圧の状態を判定するステップは、

前記対応する比較信号を予め設定された規則で符号化するステップと、

前記符号化された比較信号に基づいて、前記セル電圧の状態を判定するステップと、

を具備する、請求項17に記載のセル電圧判定方法。

【請求項19】複数の燃料電池セルを直列に接続した燃料電池スタックにおける前記複数の燃料電池セルの各々のセル電圧を取得するステップと、

前記複数の燃料電池セルの各々の内の前記セル電圧を取得したものに付けられた番号と、前記セル電圧とに基づいて、前記番号と前記セル電圧とを含む電圧判定信号を出力するステップと、

を具備する、セル電圧判定方法。

【請求項20】前記電圧判定信号を出力するステップは、

前記セル電圧と予め設定された複数の基準電圧とに基づいて、前記複数の燃料電池セルの各々の状態を判定するステップを更に具備し、

前記電圧判定信号は、前記複数の燃料電池セルの各々の状態を含む、

請求項19に記載のセル電圧判定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムのセル電圧判定ユニットに関し、特に、燃料電池スタック内の複数の燃料電池セルのセル電圧の異常を判定するセル電圧判定ユニットに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池セルは、電解質膜と、触媒機能を有する電極である燃料極及び酸素極とを有する。そして、燃料極と酸素極とが電解質膜を挟む構造をしている。燃料電池セルの運転中の電圧は、例えば0.6V程度（開放電圧は1V程度）である。従って、電源として利用するためには、複数の燃料電池セルを直列に接続して、燃料電池スタックを形成し、所望の電圧を得るようにする。ここで、燃料電池スタックにおける燃料電池セルの数は、必要とする電圧に応じて、数十～数百セルになる。

【0003】このような燃料電池スタックの運転の際、その異常が発生した場合の判定については、燃料電池スタックの出力電圧や出力電流の変化等により行う技術が

知られている。例えば、セルの破損に伴う燃料電池スタックの出力電圧や出力電流の低下などを検出し、基準値との比較により異常と判定する。この場合、複数の燃料電池セルの全体としての特性に基づいて行っていた。従って、数百セルの燃料電池スタックの場合には、一、二のセルの異常を把握することは困難である。しかし、一つの燃料電池セルの異常が他の燃料電池セルへ波及する可能性は十分に有り、その結果として、燃料電池スタック全体が故障を起こす可能性も有り得る。燃料電池スタックにおいて、複数の燃料電池セルの各々の状態を監視し、燃料電池セル一つの異常であっても早期に検知することが可能な技術が求められている。

【0004】ここで、燃料電池スタックにおいて複数の燃料電池セルの各々の状態を監視するためには、燃料電池セルの各々に計測用のケーブル配線（例えば300セルなら最低301本）を接続する必要がある、その引き回しのスペース、ノイズの混入、ケーブル配線の高コスト化等の問題がある。そこに使用される素子は、高電圧（例えば300セルなら300V程度）の耐圧を有する必要がある、また、計測された信号が制御側に影響を及ぼさないようにすることが望ましい。このようなことから、装置コストが高くなる問題がある。燃料電池スタックにおいて、多数のケーブル配線を引き回す必要がなく、低コストで実施することが可能な、複数の燃料電池セルの各々の状態を監視する技術が求められている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明の目的は、燃料電池スタックにおいて、複数の燃料電池セルの各々の状態を監視し、異常を早期に検知することが可能なセル電圧判定ユニットを提供することである。

【0006】また、本発明の他の目的は、燃料電池スタックにおいて、複数の燃料電池セルの各々の電圧を計測し、各燃料電池セルの異常を早期に判定することが可能なセル電圧判定ユニットを提供することである。

【0007】本発明の更に他の目的は、燃料電池スタックにおいて、複数の燃料電池セルの各々の電圧レベルを、個別に把握することが可能なセル電圧判定ユニットを提供することである。

【0008】更に、本発明の別の目的は、燃料電池スタックにおいて、複数の燃料電池セルの各々の異常の検知を、低コストで実施することが可能なセル電圧判定ユニットを提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】以下に、[発明の実施の形態]で使用される番号・符号を用いて、課題を解決するための手段を説明する。これらの番号・符号は、[特許請求の範囲]の記載と[発明の実施の形態]との対応関係を明らかにするために括弧付で付加されたものである。ただし、それらの番号・符号を、[特許請求の範囲]に記載されている発明の技術的範囲の解釈に用いて

はならない。

【0010】従って、上記課題を解決するために、本発明のセル電圧判定ユニットは、複数の比較部(43、44)と、複数の出力部(41-1、41-2)とを具備する。複数の比較部(43、44)は、燃料電池セル(21)のセル電圧(51)と、予め設定された互いに異なる複数の基準電圧(50-1、50-2)とに基づいて、前記セル電圧(51)と前記複数の基準電圧(50-1、50-2)の各々との比較結果としての複数の比較信号(52、53)の各々を出力する。複数の出力部(41-1、41-2)は、前記複数の比較信号(52、53)の各々に基づいて、前記燃料電池セル(21)の状態を示す複数の判定信号(15-1、15-2)の各々を出力する。

【0011】また、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記複数の比較部(43、44)の各々が、前記セル電圧(51)が前記複数の基準電圧(50-1、50-2)の各々以下の場合、前記複数の比較信号(52、53)の各々を出力する。

【0012】また、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記複数の出力部(41-1、41-2)が、前記燃料電池セル(21)及び前記複数の比較部(43、44)と外部とを電気的に絶縁する。

【0013】また、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記燃料電池セル(21)が、複数あり、互いに直列に接続され、前記複数の比較部(43、44)は、複数あり、前記複数の比較部(43、44)の各々は、前記複数の比較部(43、44)の各々に対応して設けられている。

【0014】また、本発明のセル電圧判定ユニットは、比較部(43)と、符号化部(61)と、出力部(62-1~10)とを具備する。比較部(43)は、燃料電池セル(21)のセル電圧(51)と、予め設定された基準電圧(50-1)とに基づいて、前記セル電圧(51)と前記基準電圧(50-1)との比較結果としての比較信号(52)を出力する。符号化部は、前記比較信号(52)に基づいて、前記比較信号(52)を予め設定された規則で符号化した符号化信号(94、95、96)を出力する。出力部(62)は、前記符号化信号(94、95、96)に基づいて、前記燃料電池セル(21)の状態を示す判定信号(65-1~4、66-1~5)を出力する。

【0015】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記比較部(43)が、前記セル電圧(51)が前記基準電圧(50-1)以下の場合、前記比較信号を出力する。

【0016】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記出力部(62)が、前記燃料電池セル(21)、前記比較部(43)及び前記符号化部(61)と外部とを電気的に絶縁する、

【0017】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記燃料電池セル(21)は、複数あり、互いに直列に接続され、前記比較部(43)は、複数あり、前記複数の比較部(43)は、前記複数の比較部(43)の各々に対応して設けられている。

【0018】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記複数の比較部(43)の各々が、他の複数の比較部(43、(44))を備える。他の複数の比較部(43、(44))は、前記セル電圧(51)と予め設定された互いに異なる他の複数の基準電圧(50-1、(50-2))とに基づいて、前記セル電圧(51)と前記他の複数の基準電圧(50-1、(50-2))の各々との比較結果としての他の複数の比較信号(52、(53))の各々を出力する。ただし、このセル電圧判定ユニットは図示していないが、図3と図4とを組み合わせたものである。

【0019】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、前記出力部(41、62-1~10)は、フォトカプラを含む。又、入力部(62-11)は、フォトカプラを含む。

【0020】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、複数の燃料電池セル(21)の各々の両側に配設されたセパレータ(20)の電位(16)の入力に基づいて、セル電圧(51)を出力する複数のセル電圧出力部(42)を更に具備する。

【0021】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、セル電圧出力部(85-1-1)と、制御部(76)とを具備する。セル電圧出力部(85-1-1)は、複数の燃料電池セル(21)を直列に接続した燃料電池スタック(3)における複数の燃料電池セル(21)の各々のセル電圧(51)を、複数の燃料電池セル(21)の各々につけられた番号としてのセル番号に対応する選択信号(79)に基づいて出力する。制御部(76)は、選択信号(79)を出力し、セル電圧(51)に基づいて、セル番号とセル電圧(51)とを含む電圧判定信号(83)を出力する。

【0022】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、電圧判定信号(83)が、予め設定され、セル電圧(51)の大きさに対応した複数の燃料電池セル(21)の各々の状態の情報を含む。

【0023】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、制御部(76)を電気的に絶縁し、電圧判定信号(83)に基づいて、判定信号(15)を出力する出力部(85-1-2)を更に具備する。

【0024】更に、本発明のセル電圧判定ユニットは、セル電圧出力部(85)が、第1選択部(70-1)と、第2選択部(70-2)と、差動増幅部(42)とを具備する。第1選択部(70-1)は、複数の燃料電池セル(21)の第1番目から最後より2番目までのセパレータ(21-1~21-m-1)の電位(16-1

～16-m-1)と、選択信号(79)とに基づいて、選択信号(79)に対応するセパレータ(21-i)の電位(16-i)としての第1電位(16-a)を出力する。第2選択部(70-2)は、複数の燃料電池セル(21)の第2番目から最後までまでのセパレータ(21-2～21-m)の電位(16-2～16-m)と、選択信号(79)とに基づいて、選択信号(79)に対応するセパレータ(21-i+1)の電位(16-i+1)としての第2電位(16-b)を出力する。差動増幅部(42)は、第1電位(16-a)と第2電位(16-b)とに基づいて、セル電圧(51)を出力する。

【0025】上記課題を解決するための、本発明の燃料電池システムは、上記各項のいずれか一項に記載のセル電圧判定ユニット(4)と、セル電圧判定ユニット(4)を搭載した燃料電池スタック(3)とを具備する。

【0026】上記課題を解決するための、本発明のセル電圧判定方法は、複数の燃料電池セル(21)を直列に接続した燃料電池スタック(3)における複数の燃料電池セル(21)の各々のセル電圧(51)を取得するステップと、セル電圧(51)と予め設定された複数の基準電圧(50-1、50-2)の各々とを比較するステップと、セル電圧(21)と複数の基準電圧(50-1、50-2)との大小関係に基づいて、予め設定された複数の比較信号(52、53)の内、その大小関係に対応する比較信号(52、53)を生成するステップと、前記対応する比較信号(52、53)に基づいて、セル電圧(51)の状態を判定するステップとを具備する。

【0027】また、本発明のセル電圧判定方法は、セル電圧(51)の状態を判定するステップが、その対応する比較信号(52、53)を予め設定された規則で符号化するステップと、その符号化された比較信号(94、95、96)に基づいて、セル電圧(51)の状態を判定するステップとを具備する。

【0028】更に、本発明のセル電圧判定方法は、複数の燃料電池セル(21)を直列に接続した燃料電池スタック(3)における複数の燃料電池セル(21)の各々のセル電圧(51)を取得するステップと、複数の燃料電池セル(21)の各々の内のセル電圧(51)を取得したものにつけられた番号と、セル電圧(51)とに基づいて、その番号とセル電圧(51)とを含む電圧判定信号(83)を出力するステップとを具備する。

【0029】更に、本発明のセル電圧判定方法は、電圧判定信号(83)を出力するステップが、セル電圧(51)と予め設定された複数の基準電圧とに基づいて、複数の燃料電池セル(21)の各々の状態を判定するステップを更に具備する。ここで、電圧判定信号(83)は、複数の燃料電池セル(21)の各々の状態の情報を含む。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの実施の形態に関して、添付図面を参照して説明する。なお、各実施の形態において同一又は相当部分には同一の符号を付して説明する。

【0031】(実施例1)本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの第1の実施の形態における構成について説明する。図1は、本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの第1の実施の形態における構成を示す図である。燃料電池システムは、燃料ガス供給装置1、酸化ガス供給装置2、燃料電池スタック3、セル電圧判定ユニット4、制御装置5、燃料電池出力スイッチ6、ダイオード7、電気ケーブル10、電気ケーブル11、電気ケーブル12を具備する。そして、負荷装置8に接続され、負荷装置8へ電力を供給している。

【0032】燃料ガス供給装置1は、燃料電池スタック3へ供給する燃料ガスの流量を制御する。ここで、燃料ガスは、水素、又はメタノールやガソリン等の炭化水素系材料を改質して得られる水素リッチガスに例示される水素を含むガスである。酸化ガス供給装置2は、燃料電池スタック3へ供給する酸化ガスの流量を制御する。ここで、酸化ガスは、酸素、又は空気に例示される酸素を含むガスである。

【0033】燃料電池スタック3は、燃料ガス供給装置1から供給された燃料ガス中の水素と、酸化ガス供給装置2から供給された酸化ガス中の酸素とを用いて発電を行う燃料電池セルの集合体(複数の燃料電池セルを直列に接続したスタック)である。ダイオード7及び燃料電池出力スイッチ6を介して、負荷装置8に接続され、発電した電力としての燃料電池電力を負荷装置8へ供給する。燃料電池セルは、固体高分子型、リン酸型、熔融炭酸塩型、固体酸化物型等に例示される燃料電池である。

【0034】セル電圧判定ユニット4は、電気ケーブル10を介して、燃料電池スタック3における複数の燃料電池セルの各々のセル電圧(出力電圧16)を受け取る。そして、それらのセル電圧と、予め設定された基準電圧(複数可(後述))とに基づいて、複数の燃料電池セルの各々の異常を判定する。そして、異常がある場合には、電気ケーブル12を介して判定信号15を制御装置5へ出力する。セル電圧判定ユニット4は、制御装置5より電気ケーブル11を介して電力を供給されている。

【0035】制御装置5は、燃料電池システム全体(燃料ガス供給装置1、酸化ガス供給装置2、燃料電池スタック3、セル電圧判定ユニット4、燃料電池出力スイッチ6、ダイオード7を含む)を制御する。そして、セル電圧判定ユニット4から電気ケーブル12を介して異常を示す判定信号15を受信した場合、燃料電池スタック

3の燃料電池セルを保護するための然るべき措置を行う。例えば、燃料ガス供給装置1及び酸化ガス供給装置2等を制御して燃料ガス及び酸化ガスの供給を増加することにより、燃料電池セルが運転中にガス欠状態にならないようにする、燃料ガス及び酸化ガスの供給を停止すると共に燃料電池出力スイッチ6を遮断することにより、燃料電池セルの運転を停止する、などである。

【0036】燃料電池出力スイッチ6は、燃料電池スタック3と負荷装置8との電気的な接続を行う。ダイオード7は、燃料電池システムにおける逆電流を防止する。

【0037】負荷装置8は、車両用燃料電池システムの場合には、車両駆動用のインバータ、モータ等である。据置型の燃料電池システムの場合には、商用インバータ等である。

【0038】次に、本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池スタックの構成について図2を参照して更に説明する。図2は、本発明であるセル電圧判定ユニットを搭載した場合の燃料電池スタックの構成を示す斜視図である。燃料電池スタックは、セル電圧判定ユニット4、電気ケーブル10-1~n、セパレータ20-1~n、燃料電池セル21-1~n-1、発電部22、集電プレート23、絶縁プレート24、エンドプレート25、集電プレート26、絶縁プレート27、エンドプレート28、燃料ガス導入口29、冷却水導入口30、酸化ガス導入口31、酸化ガス排出口32、冷却水排出口33、燃料ガス排出口34を具備する。

【0039】セル電圧判定ユニット4は、燃料電池セル21からセル電圧を取り出す電気ケーブル10-r ($r=1\sim n$ 、自然数、以下同じ)の長さを短く出来るように、電圧燃料電池スタック3の近傍に配置される。本実施例(図2)では、セル電圧判定ユニット4は、燃料電池スタック3の側面(図中上面)に取り付けられている。

【0040】電気ケーブル10-rは、セパレータ20-rとセル電圧判定ユニット4の然るべき端子とを接続している。セル電圧判定ユニット4が電圧燃料電池スタック3の近傍に配置されているので、非常に短くて済み、引き回しやノイズの心配が無い。

【0041】発電部22は、燃料電池スタック3において、発電を行う部分であり、燃料電池セル21-s ($s=1\sim n-1$ 、自然数、以下同じ)が、セパレータ20-r ($r=s$ 及び $s+1$)を介して直列に接続されている。セパレータ20-r ($r=s$ 及び $s+1$)は、燃料電池セル21-sの両側に配設され、隣接する燃料電池セル21同士を電氣的に接続する。それと同時に、燃料電池セル21-sへ燃料ガス及び酸化ガスを供給する。更に、燃料電池セル21-sを冷却するために冷却水の通路を有する。燃料電池セル21-sは、イオン交換樹脂に例示される電解質膜を、電極としての燃料極と酸素極とで挟んだ構造を有する。そして、セパレータ20-

rを介して供給される燃料極側の燃料ガス中の水素と、酸素極側の酸化ガス中の酸素とが電気化学反応を行ない、電気を発生する。この燃料電池セル21-sは、2つのセパレータ20-r及び20-r+1(ただし、 $r=s$)に挟まれている。

【0042】集電プレート23及び集電プレート26は、燃料電池セル21-1~n-1で発電された電力を集電し、外部へ取り出すための電極である。絶縁プレート24及び絶縁プレート27は、集電プレート23及び集電プレート26と、エンドプレート25及びエンドプレート28とを絶縁する。エンドプレート25及びエンドプレート28は、発電部22を両側から挟みこむ。また、エンドプレート25には燃料ガス導入口29、冷却水導入口30及び酸化ガス導入口31が設けられている。燃料電池スタック3へ、それぞれ燃料ガス、冷却水及び酸化ガスを供給する。同様にエンドプレート28には、酸化ガス排出口32、冷却水排出口33及び燃料ガス排出口34が設けられている。燃料電池スタック3から、それぞれ酸化ガス、冷却水及び燃料ガスを排出する。

【0043】次に、本発明であるセル電圧判定ユニット4の構成について図3を参照して更に説明する。図3は、本発明であるセル電圧判定ユニットの構成を示す図である。セル電圧判定ユニット4は、複数のサブモジュール40-1~p (p は自然数)を備える。燃料電池スタック3の燃料電池セル21-1~n-1は、 p 個(サブモジュール数と同数)のグループに分割される。そして、対応するサブモジュール40-1~p内において、各燃料電池セル21-sの出力電圧(セル電圧)が判定される。これらのサブモジュール40-1~pは、同様の構成を有するため、サブモジュール40-1のみを例として図示し、その構成を説明する。また、本実施例では、セル電圧の判定の基準となる基準電圧(後述)が2つ(互いに異なる2つの基準電圧)の例を示して説明するが、本発明は、2つに限定されるものではない。

【0044】サブモジュール40-1(~p)は、フォトカプラ41-1~2、差動増幅器42-k ($k=1\sim m-1$ 、自然数、以下同じ)、比較器43-k、比較器44-k、出力トランジスタ45-k、出力トランジスタ46-k、配線47、配線48、アース部49、判定レベル設定器57及び絶縁電源58を具備する。そして、その一方は、電気ケーブル10-i ($i=1\sim m$ 、自然数、以下同じ)、他方は、電気ケーブル11、電気ケーブル12-1~2に接続している。

【0045】差動増幅器42-kは、電気ケーブル10-iと電気ケーブル10-i+1 ($i=k$)より入力される各燃料電池セル21-kの両端のセル電位に基づいて、セル電圧51-k(出力電圧)を出力する。サブモジュール40-1の担当する燃料電池セル21の数($m-1$ 個とする。そのときセパレータ20の数は m 個)だ

け配設されている。差動増幅器42-kは、安価な半導体素子や、オペアンプに例示される。すなわち、燃料電池セル21-kを挟むセパレータ20-i及びセパレータ20-i+1 ($i=k$)のそれぞれに一端部を接続された電気ケーブル10-i及び電気ケーブル10-i+1 ($i=k$)は、その他端部を共に差動増幅器42-kに接続している。そして、差動増幅器42-kは、それぞれの電気ケーブル10から、セパレータ20-i ($i=k$)の電位16-i (燃料電池セル21-kの一方の電極でのセル電位)と、セパレータ20-i+1 ($i=k$)の電位16-i+1 (燃料電池セル21-kの他方の電極でのセル電位)とを受け取る。差動増幅器42-kは、その差 (電位16-i-電位16-i+1)を算出して、セル電圧51-k (出力電圧)として出力する。

【0046】比較器43-kは、差動増幅器42-kから出力されたセル電圧51-kと、判定レベル設定器57から出力された基準電圧としての電圧判定レベル50-1とに基づいて、セル電圧の異常 (=燃料電池セル21-kの異常)を判定する。異常がある場合には、比較信号としてのセル電圧判定信号52-kを出力する。比較器43-kは、差動増幅器42-kと同数だけ配設されている。比較器43-kは、安価な半導体素子や、オペアンプに例示される。すなわち、比較器43-kは、差動増幅器42-kから出力されたセル電圧51-kと、判定レベル設定器57から出力された基準電圧としての電圧判定レベル50-1とを比較する。そして、セル電圧51-kが電圧判定レベル50-1以下になった場合、セル電圧51-kを異常 (=燃料電池セル21-kを異常)と判定する。異常と判定した場合、第1比較信号としてのセル電圧判定信号52-kを出力する。

【0047】出力トランジスタ45-kは、異常と判定した場合に比較器43-kから入力されるセル電圧判定信号52-kに基づいて、配線47にセル電圧判定信号 (セル電圧51-kの異常)を示す電流54を出力する。出力トランジスタ45-kは、比較器43-kと同数だけ配設されている。すなわち、出力トランジスタ45-kは、セル電圧51-kの異常時に、比較器43-kから出力されたセル電圧判定信号52-kをベース電極で受け取る。それにより、出力トランジスタ45-kはONとなり、出力トランジスタ45-kは、接続された配線47にセル電圧判定信号52-kを示す電流54を出力する。

【0048】フォトカプラ41-1は、配線47と電気ケーブル12-1とを電氣的に絶縁し、且つ信号の受け渡しを行うことが可能である。配線47のセル電圧判定信号52-kを示す電流54に基づいて、電気ケーブル12-1へ、セル電圧51-kの異常を示す判定信号15-1を出力する。フォトカプラ41-2と共に出力部ともいう。すなわち、フォトカプラ41-1は、電流5

4によりON状態となり、配線47と電気ケーブル12-1とを電氣的に絶縁された電気ケーブル12-1へ判定信号15-1を出力する。判定信号15-1は、ケーブル12-1経由で制御装置5へ送られる。制御装置5は、判定信号15-1により、セル電圧の異常を検知する。

【0049】フォトカプラ41-1の配線47は、全ての出力トランジスタ45に接続され、ワイヤードオア接続となっている。従って、燃料電池セル21-kのいずれかが異常を発生し、出力トランジスタ45-kによりセル電圧判定信号52-kを示す電流54が発せられた場合でも、同様にON状態となる。そして、電気ケーブル12-1へ判定信号15-1を出力する。また、電気ケーブル12-1は、全てのサブモジュール40-1〜pに設置されたフォトカプラの出力側に接続され、ワイヤードオア接続となっている。従って、サブモジュール40のいずれかにおいて判定信号15-1が出力されれば、その判定信号15-1が電気ケーブル12-1を介して制御装置5へ送られる。すなわち、サブモジュール40-1〜pのそれぞれの担当する燃料電池セル21のグループ内で、1つの燃料電池セル21に異常が発生した場合でも、確実に異常を把握することが可能となる。

【0050】比較器44-k、出力トランジスタ46-k、配線48、フォトカプラ41-2及び電気ケーブル12-2についても、同様である。すなわち、比較器44-kは、差動増幅器42-kから出力されたセル電圧51-kと、判定レベル設定器57から出力された、電圧判定レベル50-1とは互いに異なる基準電圧としての電圧判定レベル50-2とに基づいて、セル電圧の異常 (=燃料電池セル21-kの異常)を判定する。異常がある場合には、比較信号としてのセル電圧判定信号53-kを出力する。比較器44-kは、差動増幅器42-kと同数だけ配設されている。比較器44-kは、安価な半導体素子や、オペアンプに例示される。

【0051】ただし、電圧判定レベル50-2は、電圧判定レベル50-1とは異なる値とする。例えば、電圧判定レベル50-2の値を、燃料電池スタック3を緊急停止しなければならない電圧とし、電圧判定レベル50-1を、燃料電池スタック3の出力を50%以下に絞らなければならない電圧とする。そうすることにより、燃料電池スタック3の異常の度合いに応じた異常の判定を行うことが可能となる。

【0052】出力トランジスタ46-kは、異常と判定した場合に比較器44-kから出力されるセル電圧判定信号53-kに基づいて、配線48にセル電圧判定信号53-k (セル電圧51-kの異常)を示す電流55を出力する。出力トランジスタ46-kは、比較器44-kと同数だけ配設されている。フォトカプラ41-2は、配線48と電気ケーブル12-2とを電氣的に絶縁し、且つ信号の受け渡しを行うことが可能である。配線

48のセル電圧判定信号53-kを示す電流55に基づいて、電気ケーブル12-2へ、セル電圧51-kの異常を示す判定信号15-2を出力する。制御装置5は、判定信号15-2により、セル電圧の異常を検知する。

【0053】フォトカプラ41-2の配線48は、全ての出力トランジスタ46に接続され、ワイヤードオア接続となっている。従って、燃料電池セル21のいずれかが異常を発生しても、電気ケーブル12-2へ判定信号15-2を出力する。電気ケーブル12-2は、全てのサブモジュール40-1~pに設置されたフォトカプラの出力側に接続され、ワイヤードオア接続となっている。従って、サブモジュール40のいずれかにおいて発生された判定信号15-2は、電気ケーブル12-2を介して制御装置5へ送られる。すなわち、サブモジュール40-1~pのそれぞれの担当する燃料電池セル21のグループ内で、1つの燃料電池セル21に異常が発生した場合でも、確実に異常を把握することが可能となる。

【0054】判定レベル設定器57は、電圧判定レベル50-1及び電圧判定レベル50-2を生成し、それぞれ比較器43及び比較器44へ出力する。電圧判定レベル50-1及び電圧判定レベル50-2は、例えば、燃料電池セル21の定格電圧が0.6Vの場合、その2/3(0.4V)及び1/3(0.2V)とする。そして、電圧判定レベル50-1以下になった場合、危険レベル1とし、電圧判定レベル50-2以下になった場合、危険レベル2とする。そして、2つの危険レベルに応じた対処方法をそれぞれ設定することにより、燃料電池セル21の状況に、適切に対応することが可能となる。なお、ノイズの影響を減少させるために、差動増幅器42において、セル電圧を増幅する場合には、その増幅倍率に応じて電圧判定レベル50(-1~2)を高くする。

【0055】また、電圧判定レベル50は、2つに限られるものではなく、更に多くの電圧判定レベルを設定することも可能である。例えば、電圧判定レベルを5つにし、定格0.6Vに対して、0.55V、0.50V、0.45V、0.40V及び0.3Vと設定すれば、単に各燃料電池セル21-kの異常を知るだけでなく、各燃料電池セル21-kの電圧の大きさも概ね把握することが出来る。そして、継続的な測定を行えば、各燃料電池セル21-kの劣化状況の把握、異常の発生や寿命の予測等も行うことが可能となる。その場合、電圧判定レベルの数に応じて、各燃料電池セル21-kに対して比較器、出力トランジスタ、配線、フォトカプラ、電気ケーブルを同様に設けることにより実施することが出来る。

【0056】絶縁電源58は、差動増幅器42-k、比較器43-k、比較器44-k、フォトカプラ41-1~2などのサブモジュール40-1内の各回路へ電力を供給する。絶縁電源58としては、サブモジュール40

-1を制御装置5(共通の電源)から絶縁できるものであれば良い。例えばDC/DCコンバータである。なお、制御装置5とは別の電源を用いても良く、その場合には、その電源装置とサブモジュール40-1とを絶縁電源58により絶縁する。

【0057】本発明では、各サブモジュール40には、絶縁電源58とフォトカプラ41とを用いて、サブモジュール40毎に制御装置5と絶縁している。従って、複雑で高価な絶縁増幅器を要することなく、各セル電圧の判定を行うとが出来る。

【0058】アース部49は、サブモジュール40-1と燃料電池スタック3間の電位が不定となり、差動増幅器42-kがコモンモードのノイズの影響を受け、誤作動や、破損することを防止する。セパレータ20-iの1つをサブモジュール40-1内でアースし、基準となる電位(0V)としている。アースの位置は、モジュール40-1内の電源に対する、差動増幅器42-kの許容入力電圧で決める。例えば、 $m=31$ であれば、セパレータ20-16にアース部49を設けると、1つの燃料電池セル21の出力電圧が1V弱なので、+側に15セル分(+15V弱)、-側に15セル分(-15V弱)となり、差動増幅器42-kへの最大入力電圧は、 $\pm 15V$ 弱となる。従って、最大入力電圧 $\pm 15V$ の差動増幅器42を用いることが可能となる。サブモジュール内の電源が $\pm 15V$ でなく、片電源の+30Vで、差動増幅器42-kの許容入力電圧が0~30Vならば、最下位のセパレータ20-mをアースすることになる。

【0059】次に、本発明である燃料電池システムの第1の実施の形態における動作について、図1~図3を参照して説明する。

(1) 制御装置5は、起動時、補助機器を動作させて、燃料電池スタック3を立ち上げる。そして、燃料電池スタック3を発電可能な状態(温度、圧力及び燃料ガス及び酸化ガス等の状態)にする。

(2) 制御装置5は、燃料電池スタック3の発電が可能になると、燃料電池出力スイッチ6をONにし、燃料電池スタック3に負荷装置8を電氣的に接続し、燃料電池電力を出力させる。

【0060】(3) 発電中、セル電圧判定ユニット4と燃料電池スタック3との間において、セパレータ20-iの電位16-i(燃料電池セル21-k($k=i$ 、以下(1)~(9-3)において同じ)の一方の電極でのセル電位)と、セパレータ20-i+1の電位16-i+1(燃料電池セル21-kの他方の電極でのセル電位)とが、差動増幅器42-kへ入力される。

(4) 差動増幅器42-kでは、その差であるセル電圧51-k(=電位16-i-電位16-i+1)が算出される。そして、セル電圧51-kは、比較器43-k及び比較器44-kへ出力される。

【0061】(5-1)(電圧判定レベル50-2 \leq)

電圧判定レベル50-1 \leq セル電圧51-kの場合

セル電圧51-kは、比較器43-kにおいて、判定レベル設定器57から出力された電圧判定レベル50-1と比較される。セル電圧51-kは、十分に高く異常は無い。従って、比較器43-k（及び比較器44-k）からは信号は出力されず、運転は通常通り継続される。

【0062】(5-2) 電圧判定レベル50-2 \leq セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-1の場合

セル電圧51-kは、比較器43-kにおいて、判定レベル設定器57から出力された電圧判定レベル50-1と比較される。そして、セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-1の場合、セル電圧は異常（燃料電池セル21-kは異常）と判定される。その場合、セル電圧判定信号52-kが出力される。

(6-2) セル電圧判定信号52-kは、出力トランジスタ45-kのベースに入力される。それにより、出力トランジスタ45-kはONとなり、出力トランジスタ45-kに接続された配線47にセル電圧判定信号52-kを示す電流54が流れる。

(7-2) 電流54は、フォトカプラ41-1をON状態にする。それにより、セル電圧判定信号52-kを示す判定信号15-1が、電気ケーブル12-1へ出力される。判定信号15-1は、ケーブル12-1経由で制御装置5へ送られる。

(8-2) 制御装置5は、判定信号15-1により、セル電圧の異常を検知する。ただし、電圧判定レベル50-2 \leq セル電圧51-kなので、比較器44-kからは信号は出力されず、従って、判定信号15-2は制御装置5へ出力されない。従って、制御装置5は、電圧判定レベル50-2 \leq セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-1、という状況Aを把握する。

(9-2) 制御装置5は、状況Aという条件下で、燃料電池スタック3の燃料電池セルを保護するための然るべき措置を行う。例えば、燃料ガス供給装置1及び酸化ガス供給装置2等を制御して燃料ガス及び酸化ガスの供給を増加することにより、燃料電池セルが運転中にガス欠状態にならないようにする、燃料電池スタック3の出力を制限する、などである。

【0063】(5-3) セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-2（ \leq 電圧判定レベル50-1）の場合

セル電圧51-kは、比較器44-kにおいて、判定レベル設定器57から出力された電圧判定レベル50-2と比較される。そして、セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-2の場合、セル電圧は異常（燃料電池セル21-kは異常）と判定される。その場合、セル電圧判定信号53-kが出力される。(6-3) セル電圧判定信号53-kは、出力トランジスタ46-kのベースに入力される。それにより、出力トランジスタ46-kはONとなり、出力トランジスタ46-iに接続された配線48にセル電圧判定信号53-kを示す電流55が流れ

る。

(7-3) 電流55は、フォトカプラ41-2をON状態にする。それにより、セル電圧判定信号53-iを示す判定信号15-2が、電気ケーブル12-2へ出力される。判定信号15-2は、ケーブル12-2経由で制御装置5へ送られる。

(8-3) 制御装置5は、判定信号15-2により、セル電圧の異常を検知する。制御装置5は、セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-2（ \leq 電圧判定レベル50-1）、という状況Bを把握する。

(9-3) 制御装置5は、状況Bという条件下で、燃料電池スタック3の燃料電池セルを保護するための然るべき措置を行う。例えば、燃料ガス及び酸化ガスの供給を停止すると共に燃料電池出力スイッチ6を遮断することにより、燃料電池セルの運転を停止する、などである。

【0064】本発明により、燃料電池セルの1つだけが異常が発生した場合でも、検知することが出来る。また、複数の判定基準を有することにより、燃料電池セルの異常の状況を的確に把握することが可能となる。さらに、判定基準の数を増やすことにより、セルの一つ一つのセル電圧を把握することが可能となる。

【0065】(実施例2) 本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの第2の実施の形態における構成について説明する。図1は、本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの第2の実施の形態における構成を示す図である。燃料電池システムは、燃料ガス供給装置1、酸化ガス供給装置2、燃料電池スタック3、セル電圧判定ユニット4、制御装置5、燃料電池出力スイッチ6、ダイオード7、電気ケーブル10-1 \sim n、電気ケーブル11、電気ケーブル12を具備する。そして、負荷装置8に接続され、負荷装置8へ電力を供給している。これらは、実施例1と同様であるので、その説明を省略する。

【0066】次に、本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池スタックの構成について図2を参照して説明する。図2は、本発明であるセル電圧判定ユニットを搭載した場合の燃料電池スタックの構成を示す斜視図である。燃料電池スタックは、セル電圧判定ユニット4、電気ケーブル10-1 \sim n、セパレータ20-1 \sim n、燃料電池セル21-1 \sim n-1、発電部22、集電プレート23、絶縁プレート24、エンドプレート25、集電プレート26、絶縁プレート27、エンドプレート28、燃料ガス導入口29、冷却水導入口30、酸化ガス導入口31、酸化ガス排出口32、冷却水排出口33、燃料ガス排出口34を具備する。これらは、実施例1と同様であるので、その説明を省略する。

【0067】次に、本発明であるセル電圧判定ユニット4の構成について図4を参照して更に説明する。図4は、本発明であるセル電圧判定ユニット4の構成を示す図である。セル電圧判定ユニット4は、複数のサブモジ

ジュール40-1~p (pは自然数)を備える。燃料電池スタック3の燃料電池セル21-1~nは、p個(サブモジュール数と同数)のグループに分割される。そして、対応するサブモジュール40-1~pにより、燃料電池セル21-sの出力電圧(セル電圧)が判定される。これらのサブモジュール40-1~pは、同様の構成を有するため、サブモジュール40-1のみを例として図示し、その構成を説明する。また、本実施例では、セル電圧の判定の基準となる基準電圧が1つの例を示して説明するが、本発明は、1つに限定されるものではなく、実施例1を組み合わせることにより、互いに異なる複数の基準電圧を用いるセル電圧判定ユニット4となる。

【0068】サブモジュール40-1(~p)は、差動増幅器42-k (k=1~m-1、自然数、以下同じ)、比較器43-k、判定レベル設定器57、絶縁電源58、エンコーダ61及びフォトカプラ62-1~11を具備する。そして、その一方は、電気ケーブル10-i (i=1~m、自然数、以下同じ)、他方は、電気ケーブル11、電気ケーブル12-3~5に接続している。ここで、燃料電池セル21の数をm-1個とする。そのときセパレータ20の数はm個である。

【0069】差動増幅器42-k、比較器43-k及び絶縁電源58は、実施例1と同様であるので、その説明を省略する。ただし、セル電圧の異常(=燃料電池セル21-kの異常)がある場合には、比較信号としてのセル電圧判定信号52-kは、エンコーダ61へ出力する。

【0070】エンコーダ61は、比較器43-kから出力されるセル電圧判定信号52-kに基づいて、異常が発生した燃料電池セル21-kの番号と、サブモジュール40の番号とを符号化し、フォトカプラ62-1~10へ出力する。すなわち、エンコーダ61は、異常が発生した燃料電池セル21-kに対応する比較器43-kから出力されたセル電圧判定信号52-kの入力を受けて、燃料電池セル21-kの番号及びサブモジュール40-1の番号とを、予め設定された規則に基づいて符号化する。しかる後、UNIT-OUT、U1~U4及びS1~S5の出力端子から、符号化された信号を示す「0」又は「1」の符号を出力する。符号化の方法に制限は無いが、例えば後述の図5で示す規則に基づいて実施することが可能である。ここでは、エンコーダ61を用いているが、ゲートアレイや、ADコンバータとメモリとCPUとを有する半導体装置(1チップ)を利用することも可能である。

【0071】フォトカプラ62-1~11は、エンコーダ61側の配線と電気ケーブル12-3~5とを電氣的に絶縁し、且つ信号の受け渡しを行うことが可能である。この内、フォトカプラ62-1~10は、エンコーダ61側の配線の符号化された信号に基づいて、電気ケ

ーブル12-3~5へ、符号化された信号を示す判定信号63-2、判定信号65、判定信号66を出力する。フォトカプラ62-11は、他のサブモジュール40からの異常の有無を示す判定信号63-1を受け、エンコーダ61側へ出力する。エンコーダ61は、この信号を参照して符号化を行っても良い。ここで、フォトカプラ62-1~10は、出力部ともいう。

【0072】すなわち、フォトカプラ62-1~10は、符号化された信号の入力によりON状態となる。フォトカプラ62-1は、UNIT-OUTからの信号を判定信号63-2として電気ケーブル12-5へ出力する。フォトカプラ62-2~5は、U1~U4からの信号を判定信号65-1~4として電気ケーブル12-3へ出力する。フォトカプラ62-6~62-10は、S1~S5からの信号を判定信号66-1~5として電気ケーブル12-4へ出力する。それらの判定信号は、ケーブル12-3~5経由で制御装置5へ送られる。制御装置5は、それらの判定信号により、サブモジュール40-1~pの燃料電池セル21-kでの電圧の異常を検知する。

【0073】制御装置5は、故障(異常)の発生した燃料電池セルの番号及びサブモジュール40の番号を正確に特定することが可能となる。そして、非常に効率的に修理を行うことが出来、メンテナンスの時間及びコストを削減することが可能となる。

【0074】判定レベル設定器57は、電圧判定レベルが1つである他は、実施例1と同様であるのでその説明を省略する。ただし、実施例1と同様に電圧判定レベルを増やすことも可能である。

【0075】本発明では、各サブモジュール40には、絶縁電源58とフォトカプラ62とを用いて、サブモジュール40毎に制御装置5と絶縁している。従って、複雑で高価な絶縁増幅器を要することなく、各セル電圧の判定を行うことが出来る。

【0076】実施例1と同様に、差動増幅器42の最大入力電圧に対応し、アース部(図示せず)を設ける。

【0077】図5は、エンコーダ61での入力と符号化との関係の一例を示す表である。ここでは、サブモジュール40の数を16個、各サブモジュール40における燃料電池セル21の数を30個とする。そして、この表がサブモジュール40-1を示しているとする。入力90は、エンコーダ61の入力信号に関する欄を示す。出力91は、エンコーダ61の出力信号(符号化された信号)に関する欄を示す。

【0078】異常セル番号92は、異常を示す燃料電池セル21の番号である。入力されるセル電圧(51)の入力端子番号に対応する。異常セル番号(符号)94は、異常セル番号92に対応する符号化された燃料電池セル21の番号を示す。異常セル番号92の1~30と「異常セル無し」を、S1~S5の5つの桁の「1」及

び「0」(2進数)により表現している。ここでは、最大 $2^5 - 1 = 31$ 個の燃料電池セル21に対応することが出来る(ただし、ここでは、 $S1 \sim S5 = 00000$ を「異常セル無し」に割り当てているため、最大31セル分)。すなわち、異常を示す燃料電池セル21の番号(異常セル番号92)が「2」の場合、その番号は符号化(異常セル番号(符号)94)されて、 $S1 \sim S5$ の5つの桁を用いて、01000(ここでは2進数と逆表記)となり、 $S1 \sim S5$ の各端子から出力されることになる。 $S1 \sim S5$ の5つの桁から出力される信号は、判定信号66-1~判定信号66-5に対応する。

【0079】下位ユニット異常(UNIT-IN)93は、サブモジュール40-1の手前に接続されているサブモジュール40-4に異常が発生した場合、エンコーダ61のUNIT-IN端子に「1」が入力されることを示す。下位ユニット異常(UNIT-OUT)95は、サブモジュール40-1内の燃料電池セル21-kに異常が発生した場合、エンコーダ61のUNIT-OUT端子から「1」を出力することを示す。なお、電気ケーブル12-4を他のサブモジュール40と共用しているため、1つのサブモジュール40から判定信号66が出力されると、他のサブモジュールからは出力しない。従って、制御装置5から遠いものを優先するとすれば、遠い側に接続されているサブモジュール40-2(〜p)に異常が発生し、UNIT-IN端子に「1」が入力された場合、異常セル番号(符号)94を出力しないように制御する。その場合にも、エンコーダ61のUNIT-OUT端子から「1」を出力する。

【0080】異常ユニット番号(符号)96は、異常を示す燃料電池セル21を有するサブモジュール40番号に対応する符号化されたサブモジュール40の番号を示す。異常を示すサブモジュール40の番号を、 $U1 \sim U4$ の4つの桁の「1」及び「0」(2進数)により表現している。ここでは、最大 $2^4 = 16$ 個のサブモジュール40に対応することが出来る。すなわち、異常を示す燃料電池セル21のあるサブモジュール40の番号が1の場合(サブモジュール40-1)、その番号は符号化(異常ユニット番号(符号)96)されて、 $U1 \sim U4$ の4つの桁を用いて、1000(ここでは2進数と逆表記)となり、 $U1 \sim U4$ の各端子から出力されることになる。 $U1 \sim U4$ の4つの桁から出力される信号は、判定信号65-1~判定信号65-4に対応する。

【0081】次に、本発明である燃料電池システムの第2の実施の形態における動作について、図1、2、4、5を参照して説明する。

(1) 制御装置5は、起動時、補助機器を動作させて、燃料電池スタック3を立ち上げる。そして、燃料電池スタック3を発電可能な状態(温度、圧力及び燃料ガス及び酸化ガス等の状態)にする。

(2) 制御装置5は、燃料電池スタック3の発電が可能

になると、燃料電池出力スイッチ6をONにし、燃料電池スタック3に負荷装置8を電氣的に接続し、燃料電池電力を出力させる。

【0082】(3) 発電中、セル電圧判定ユニット4と燃料電池スタック3との間において、セパレータ20-iの電位16-i(燃料電池セル21-k($k=i$ 、以下(1)~(9-3)において同じ)の一方の電極でのセル電位)と、セパレータ20-i+1の電位16-i+1(燃料電池セル21-kの他方の電極でのセル電位)とが、差動増幅器42-kへ入力される。

(4) 差動増幅器42-kでは、その差であるセル電圧51-k(=電位16-i-電位16-i+1)が算出される。そして、セル電圧51-kは、比較器43-kへ出力される。

【0083】(5-1) 電圧判定レベル50-1 \leq セル電圧51-kの場合

セル電圧51-kは、比較器43-kにおいて、判定レベル設定器57から出力された電圧判定レベル50-1と比較される。セル電圧51-kは、十分に高く異常は無い。従って、比較器43-kからは信号は出力されず、運転は通常通り継続される。

【0084】(5-2) セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-1の場合

セル電圧51-kは、比較器43-kにおいて、判定レベル設定器57から出力された電圧判定レベル50-1と比較される。そして、セル電圧51-k \leq 電圧判定レベル50-1の場合、セル電圧は異常(燃料電池セル21-kは異常)と判定される。その場合、セル電圧判定信号52-kが出力される。(6-2) セル電圧判定信号52-kは、エンコーダ61へ入力される。エンコーダ61内において、燃料電池セル21-kの番号及びサブモジュール40-1の番号とが、予め設定された規則により符号化される。符号化は、例えば図5に示すような方法で行う。しかる後、 $U1 \sim U4$ 及び $S1 \sim S5$ の出力端子から、符号化された信号を示す「0」又は「1」の符号が出力される。なお、制御装置5から遠い側に接続されているサブモジュール40-2(〜p)に異常が発生し、UNIT-IN端子に「1」が入力された場合、 $U1 \sim U4$ 及び $S1 \sim S5$ の出力端子から出力しないように制御する。その場合にも、エンコーダ61のUNIT-OUT端子から「1」を出力する。

(7-2) 符号化された信号の内、「1」の出力は、対応するフォトカプラ62(-1~10)をON状態にする。そして、下位のサブモジュール40(2~p)又はサブモジュール40-1内の燃料電池セル21-kに異常が有る場合、それを示す判定信号63-2が、フォトカプラ62-1から電気ケーブル12-5へ出力される。また、下位のサブモジュール40(2~p)に異常が無く、サブモジュール40-1内の燃料電池セル21-kに異常が有る場合、サブモジュール40-1を示す

判定信号65-1~4が、フォトカプラ62-2~5から電気ケーブル12-3へ出力される。更に、下位のサブモジュール40(2~p)に異常が無く、サブモジュール40-1内の燃料電池セル21-kに異常が有る場合、燃料電池セル21-kを示す判定信号66-1~5が、フォトカプラ62-6~10から電気ケーブル12-4へ出力される。それらの判定信号は、制御装置5へ送られる。

(8-2) 制御装置5は、それらの判定信号により、サブモジュール40-1~pのいずれかの燃料電池セル21-kでの電圧の異常を検知する。そして、制御装置5は、セル電圧 $51-k \leq$ 電圧判定レベル $50-1$ 、という状況Cを把握する。

(9-2) 制御装置5は、状況Cという条件下で、燃料電池スタック3の燃料電池セルを保護するための然るべき措置を行う。例えば、燃料ガス供給装置1及び酸化ガス供給装置2等を制御して、サブモジュール40の燃料電池セル21-kへの燃料ガス及び酸化ガスの供給を増加することにより、燃料電池セル21-kが運転中にガス欠状態にならないようにする、燃料電池スタック3の出力を低下する、などである。

【0085】本発明により、異常を発生した燃料電池セル及びそのサブモジュールを個別に特定することが可能となる。そして、その個別の燃料電池セルに対応した制御を実施することが可能となる。

【0086】なお、電気ケーブル12-4を共用ではなく、サブモジュール40毎に設ければ、下位ユニット異常(UNIT-IN)93及び下位ユニット異常(UNIT-OUT)94を省略することが可能である。その場合、電気ケーブル12-3及び電気ケーブル12-4-1~p(サブモジュール40がp個の場合)からの判定信号により、故障した燃料電池セル21の番号及び所属するサブモジュール40の番号を常時継続的に特定することが可能となる。

【0087】本実施例では、電圧判定レベルは1つであるが、実施例1と同様に電圧判定レベルを増やすことも可能である。その場合、例えば、電圧判定レベルの数に応じて、各燃料電池セル21に対して比較器を新たに設け、更に、その比較器の出力を符号化するエンコーダ、符号化した信号を出力するフォトカプラ、電気ケーブルを同様に新たに設けることにより実施することが出来る。あるいは、電圧判定レベルの増加に応じて、エンコーダ61に入力端子及び出力端子の多いものを選択することにより、電圧判定レベルが増えた場合においても、一つのエンコーダで対応させることも可能である。その場合、電圧判定レベルの数に応じて、各燃料電池セル21に対して比較器を新たに設け、更に、フォトカプラ、電気ケーブルを同様に新たに設けることにより実施することが出来る。それにより、燃料電池セルの異常の状況(レベル)を的確に把握することが可能となる。さら

に、電圧判定レベル(判定基準)の数を増やすことにより、セルの一つ一つのセル電圧を把握することが可能となる。

【0088】(実施例3) 本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの第3の実施の形態における構成について説明する。図1は、本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの第3の実施の形態における構成を示す図である。燃料電池システムは、燃料ガス供給装置1、酸化ガス供給装置2、燃料電池スタック3、セル電圧判定ユニット4、制御装置5、燃料電池出力スイッチ6、ダイオード7、電気ケーブル10、電気ケーブル11、電気ケーブル12を具備する。そして、負荷装置8に接続され、負荷装置8へ電力を供給している。これらは、実施例1と同様であるので、その説明を省略する。

【0089】次に、本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池スタックの構成について図2を参照して説明する。図2は、本発明であるセル電圧判定ユニットを搭載した場合の燃料電池スタックの構成を示す斜視図である。燃料電池スタックは、セル電圧判定ユニット4、電気ケーブル10-1~n、セパレータ20-1~n、燃料電池セル21-1~n-1、発電部22、集電プレート23、絶縁プレート24、エンドプレート25、集電プレート26、絶縁プレート27、エンドプレート28、燃料ガス導入口29、冷却水導入口30、酸化ガス導入口31、酸化ガス排出口32、冷却水排出口33、燃料ガス排出口34を具備する。これらは、実施例1と同様であるので、その説明を省略する。

【0090】次に、本発明であるセル電圧判定ユニット4の構成について図6を参照して更に説明する。図6は、本発明であるセル電圧判定ユニット4の構成を示す図である。セル電圧判定ユニット4は、複数のセル電圧部85-q($q=1 \sim p$ 、自然数、以下同様)、絶縁電源58を具備する。そして、電気ケーブル10、電気ケーブル11、電気ケーブル12に接続している。ここで、燃料電池スタック3の燃料電池セル21-1~nは、p個(セル電圧部85の数と同数)のグループに分割される。そして、対応するセル電圧部85-1~pにより、燃料電池セル21-sのセル電圧(出力電圧)が出力される。これらのセル電圧部85-1~pは、同様の構成を有するため、セル電圧部85-1のみを例として図示し、その構成を説明する。また、各セル電圧部85-qの担当する燃料電池セル21-sの個数をm-1個とする。そのときセパレータ20の数は、m個となる。

【0091】セル電圧部85-qは、マルチプレクサ70-1~2、差動増幅器42、制御部76、絶縁ユニット77、通信インターフェース78を備える。電気ケーブル10-iと電気ケーブル10-i+1($i=k$ 、以下同じ)とを介して取得するセパレータ20-iとセパ

レータ20-i+1との電位に基づいて、燃料電池セル21-kのセル電圧(出力電圧)を取り出す。ここで、その一方は、電気ケーブル10-i、他方は、電気ケーブル11、電気ケーブル12に接続している。電気ケーブル10-iの一端部はマルチプレクサ70-1及びマルチプレクサ70-2に、他端部はセパレータ20-iに接続されている(ただし、セパレータ20-1からの出力はマルチプレクサ70-1のみに、セパレータ20-mからの出力はマルチプレクサ70-2のみに接続)。ここで、マルチプレクサ70-1~2及び差動増幅器42をセル電圧出力部85-1-1ともいう。また、絶縁ユニット77及び通信インターフェース78を出力部ともいう。

【0092】マルチプレクサ70-1は、電気ケーブル10-iと電気ケーブル10-i+1とを介して、セパレータ20-iの電位16-i(最初の入力端子に電位16-1、最後の入力端子に電位16-m-1、計m-1個の信号)が入力される。そして、マルチプレクサ70-1に入力されるセレクト信号79により、電位16-1~m-1の中から1つを選択し、電位16-aとして出力する。一方、マルチプレクサ70-2は、電気ケーブル10-iと電気ケーブル10-i+1とを介して、セパレータ20-iの電位16-i(最初の入力端子に電位16-2、最後の入力端子に電位16-m、計m-1個の信号)が入力される。そして、マルチプレクサ70-2に入力されるセレクト信号79により、電位16-2~mの中から1つを選択し、電位16-bとして出力する。セレクト信号79は、制御部76より出力される。

【0093】この場合、マルチプレクサ70-1及びマルチプレクサ70-2は、同じセレクト信号79に基づいて(同じタイミングで)、同じ位置の入力端子の入力を選択し、それぞれ電位16-aと電位16-bとする。マルチプレクサ70-1及びマルチプレクサ70-2の入力端子に入るセパレータの電位16は、1つずつれているので、電位16-aと電位16-bとは、隣接する電位16-i及び電位16-i+1となる。すなわち、セパレータ20-iの電位と20-i+1の電位になるので、両者は燃料電池セル21-k(k=i)の両端のセル電位となる。

【0094】差動増幅器42は、マルチプレクサ70-1及びマルチプレクサ70-2より入力される各燃料電池セル21-kの両端のセル電位である電位16-aと電位16-bとに基づいて、セル電圧51(出力電圧)を出力する。差動増幅器42は、1つで良く、安価な半導体素子や、オペアンプに例示される。

【0095】制御部76は、ADコンバータ73と演算処理部74とメモリ75とを備える。セル電圧81に基づいて、セル電圧51を所望の形式(特性)を有する信号に変換し、電圧判定信号83として出力する。制御部

76は、1チップの半導体装置を利用することが可能である。

【0096】ADコンバータ73は、アナログ信号であるセル電圧51をデジタル信号であるセル電圧82に変換する。演算処理部74は、内部に有するプログラムを用いて、セル電圧82に基づいて、セル電圧82を所望の形式(特性)を有するデータに変換し、電圧判定信号83として出力する。ここで、所望の形式の電圧判定信号83とは、セル電圧82の大きさ/セル電圧部85-qの番号/燃料電池セル21-kの番号、の情報を有するデータ、あるいは、セル電圧82の大きさから求まる異常の度合い(例示:危険、注意、正常等)/セル電圧部85-qの番号/燃料電池セル21-kの番号、の情報を有するデータで例示される。それらは、プログラムの変更により、その他のデータにも変更可能である。なお、セル電圧部85-qの番号及び燃料電池セル21-kの番号は、セレクト信号79により特定できる。また、演算処理部74は、マルチプレクサ70-1及びマルチプレクサ70-2の制御(セレクト信号79の出力、同期調整等)、セル電圧82の加工、制御部76の制御等を行う。メモリ75は、演算処理部74で行う各種処理の際にデータを格納する。

【0097】絶縁ユニット77は、制御部76側の配線と通信インターフェース78側(制御装置5)側とを電気的に絶縁し、且つ信号の受け渡しを行うことが可能である。そして、制御部76から出力される電圧判定信号83に基づいて、通信インターフェース78へ電圧判定信号83を示す電圧判定信号84を出力する。絶縁ユニット77は、フォトカプラに例示される。

【0098】通信インターフェース78は、電圧判定信号84を通信可能なデータとしての判定信号15に変換し、制御装置5へ出力する。通信は、RS-232Cに例示される1対1の通信方法、イーサネット(登録商標)に例示される多対多の通信方法を適用できる。その際、通信インターフェース78は、それらの通信に従来用いられる通信手段が利用できる。

【0099】制御装置5は、その判定信号15により、各燃料電池セル21-kにおけるセル電圧82の大きさ/各燃料電池セル21-kの属するセル電圧部85-qの番号/燃料電池セル21-kの番号、あるいは、各燃料電池セル21-kの異常の度合い(例示:危険、注意、正常等)/各燃料電池セル21-kの属するセル電圧部85-qの番号/燃料電池セル21-kの番号、を把握する。なお、制御装置5には、通信インターフェース78と通信可能な同様の通信インターフェースを設ける。

【0100】制御装置5は、各セル電圧部85-qにおける各燃料電池セル21-kの出力や故障(異常)の状態を正確に検知することが可能となる。すなわち、全ての燃料電池セル21-sの状態を常時正確に把握出来

る。

【0101】絶縁電源58は、マルチプレクサ70-1、マルチプレクサ70-2、差動増幅器42、ADコンバータ73、演算処理部74、メモリ75、絶縁ユニット77などの通信インターフェース78を除くセル電圧判定ユニット4内の各回路へ電力を供給する。絶縁電源58としては、通信インターフェース78を除くセル電圧判定ユニット4を制御装置5（共通の電源）から絶縁できるものであれば良い。例えばDC/DCコンバータである。なお、制御装置5とは別の電源を用いても良く、その場合には、その電源装置と通信インターフェース78を除くセル電圧判定ユニット4とを絶縁電源58により絶縁する。

【0102】本発明では、絶縁ユニット77と絶縁電源58とを用いて、通信インターフェース78を除くセル電圧判定ユニット4と制御装置5とを絶縁している。従って、複雑で高価な絶縁増幅器を要することなく、各セル電圧の判定を行うことが出来る。

【0103】実施例1と同様に、差動増幅器42の最大入力電圧に対応し、アース部（図示せず）を設ける。

【0104】次に、本発明である燃料電池システムの第3の実施の形態における動作について、図1、2、6を参照して説明する。

(1) 制御装置5は、起動時、補助機器を動作させて、燃料電池スタック3を立ち上げる。そして、燃料電池スタック3を発電可能な状態（温度、圧力及び燃料ガス及び酸化ガス等の状態）にする。

(2) 制御装置5は、燃料電池スタック3の発電が可能になると、燃料電池出力スイッチ6をONにし、燃料電池スタック3に負荷装置8を電気的に接続し、燃料電池電力を出力させる。

【0105】(3-1) 発電中、セル電圧判定ユニット4と燃料電池スタック3との間において、セパレータ20-1~m-1の電位16-1~m-1（計m-1個の信号）が、マルチプレクサ70-1へ入力される。

(4-1) セパレータ20-1~m-1の電位16-1~m-1と、セレクト信号79との入力に基づいて、マルチプレクサ70-1において、電位16-1~m-1の中から1つの信号が選択され、電位16-aとして差動増幅器42へ出力される。

【0106】(3-2) 一方、セル電圧判定ユニット4と燃料電池スタック3との間において、セパレータ20-2~mの電位16-2~m（計m-1個の信号）が、マルチプレクサ70-2へ入力される。

(4-2) セパレータ20-2~mの電位16-2~mと、セレクト信号79との入力に基づいて、マルチプレクサ70-2において、電位16-2~mの中から1つの信号が選択され、電位16-bとして差動増幅器42へ出力される。この場合、電位16-aと電位16-bとは、隣接するセパレータ20-iの電位と20-i+

1の電位とになるので、両者は燃料電池セル21-k（k=i）の両端のセル電位となる。

【0107】(5) 差動増幅器42では、電位16-aと電位16-bとの差であるセル電圧51（出力電圧）が算出される。そして、セル電圧51は、制御部76（のADコンバータ73）へ出力される。

【0108】(6) アナログ信号であるセル電圧51は、ADコンバータ73において、デジタル信号であるセル電圧82に変換され、演算処理部74へ出力される。

(7) セル電圧82は、演算処理部74の有するプログラムにより、所望の形式（特性）を有するデータに変換され、電圧判定信号83として絶縁ユニット77へ出力される。

(8) 電圧判定信号83は、絶縁ユニット77により、電圧判定信号83を示す電圧判定信号84に変換され、通信インターフェース78へ出力される。

(9) 電圧判定信号84は、通信インターフェース78により、通信可能なデータとしての判定信号15に変換され、制御装置5へ出力される。

(10) 制御装置5は、その判定信号15により、各燃料電池セル21におけるセル電圧82の大きさ/各燃料電池セル21-kの属するセル電圧部85-qの番号/燃料電池セル21-kの番号、あるいは、各燃料電池セル21-kの異常の度合い（例示：危険、注意、正常等）/各燃料電池セル21-kの属するセル電圧部85-qの番号/燃料電池セル21-kの番号、等の各セル電圧部85-qにおける各燃料電池セル21-kの出力や故障（異常）の状態を正確に検知する。

(11) 制御装置5は、各燃料電池セル21の出力や故障（異常）の状態に応じて、燃料電池スタック3の燃料電池セル21を保護するための然るべき措置を行う。例えば、燃料ガス供給装置1及び酸化ガス供給装置2等を制御して、燃料電池セル21への燃料ガス及び酸化ガスの供給を増加することにより、燃料電池セル21が運転中にガス欠状態にならないようにする、燃料電池スタック3の出力を低下することにより、燃料電池セル21の電圧低下を抑える、燃料電池出力スイッチ6を開いて燃料電池スタック3の発電を停止することにより、燃料電池スタック3全体の損害を防ぐ、などである。異常が無い場合には、データを蓄積し、劣化の計測や、メンテナンス時期や寿命についての参考にする。

【0109】本発明により、燃料電池スタック3における全ての燃料電池セル21の状態を常時継続的に正確に把握することが可能となる。そして、異常が発生した燃料電池セル21を迅速且つ的確に、個別に特定することが可能となる。更に、それらの情報に基づいて、異常が発生した場合にも、その燃料電池セル21の異常状態に応じた対処を実施することが可能となる。

【0110】

【発明の効果】本発明により、燃料電池スタックにおいて、複数の燃料電池セルの各々の状態を監視し、各燃料電池セルの異常を早期に検知することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明であるセル電圧判定ユニットを適用した燃料電池システムの実施の形態における構成を示す図である。

【図2】、本発明であるセル電圧判定ユニットを搭載した場合の燃料電池スタックの構成を示す斜視図である。

【図3】本発明であるセル電圧判定ユニット4の構成を示す図である。

【図4】本発明であるセル電圧判定ユニット4の他の構成を示す図である。

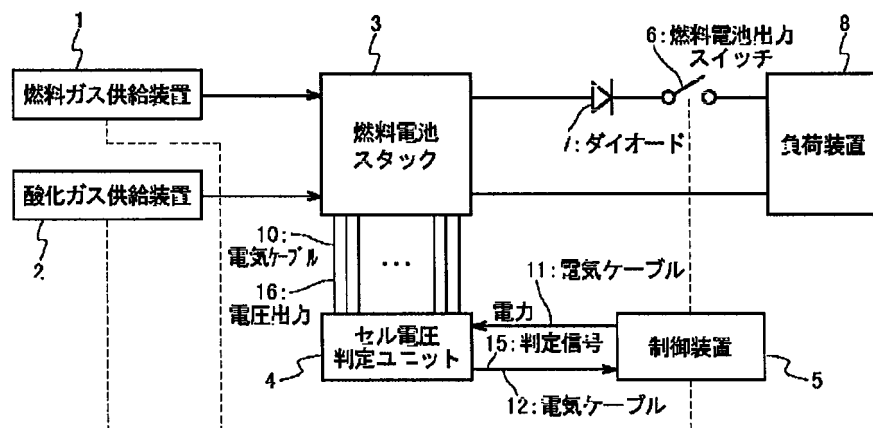
【図5】エンコーダ61での入力と符号化との関係の一例を示す表である。

【図6】本発明であるセル電圧判定ユニット4の構成を示す図である。

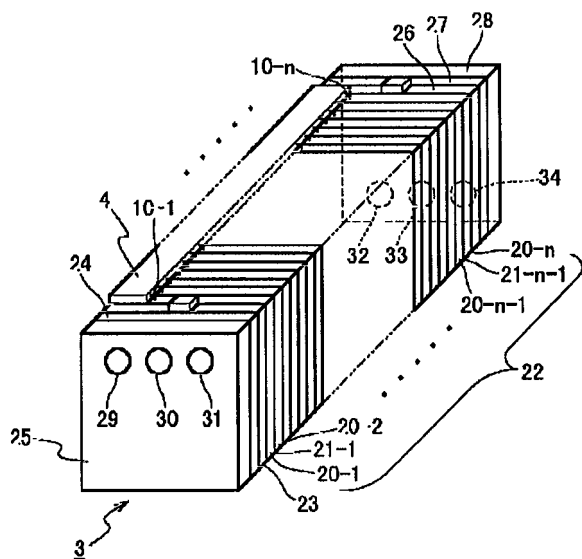
【符号の説明】

- | | | | |
|--------|------------|---------|---------------------|
| 1 | 燃料ガス供給装置 | 34 | 燃料ガス排出口 |
| 2 | 酸化ガス供給装置 | 40-1~p | サブモジュール |
| 3 | 燃料電池スタック | 41-1~2 | フォトカプラ |
| 4 | セル電圧判定ユニット | 42 | 差動増幅器 |
| 5 | 制御装置 | 43 | 比較器 |
| 6 | 燃料電池出力スイッチ | 44 | 比較器 |
| 7 | ダイオード | 45 | 出力トランジスタ |
| 8 | 負荷装置 | 46 | 出力トランジスタ |
| 10 | 電気ケーブル | 47 | 配線 |
| 11 | 電気ケーブル | 48 | 配線 |
| 12 | 電気ケーブル | 49 | アース部 |
| 15 | 判定信号 | 50-1~2 | 基準電圧 |
| 16 | セル電位 | 51 | セル電圧 |
| 16-a、b | セル電位 | 52 | セル電圧判定信号 |
| 20 | セパレータ | 53 | セル電圧判定信号 |
| 21 | 燃料電池セル | 54 | 電流 |
| 22 | 発電部 | 55 | 電流 |
| 23 | 集電プレート | 57 | 判定レベル設定器 |
| 24 | 絶縁プレート | 58 | 絶縁電源 |
| 25 | エンドプレート | 61 | エンコーダ |
| 26 | 集電プレート | 62-1~11 | フォトカプラ |
| 27 | 絶縁プレート | 63-1~2 | ユニット信号 |
| 28 | エンドプレート | 65-1~4 | 異常ユニット信号 |
| 29 | 燃料ガス導入口 | 66-1~5 | 異常セル信号 |
| 30 | 冷却水導入口 | 70-1~2 | マルチプレクサ |
| 31 | 酸化ガス導入口 | 73 | ADコンバータ |
| 32 | 酸化ガス排出口 | 74 | 演算処理部 |
| 33 | 冷却水排出口 | 75 | メモリ |
| | | 76 | 制御部 |
| | | 77 | 絶縁ユニット |
| | | 78 | 通信インターフェース |
| | | 79 | セレクト信号 |
| | | 82 | セル電圧 |
| | | 83 | 電圧判定信号 |
| | | 84 | 電圧判定信号 |
| | | 85 | セル電圧部 |
| | | 85-1-1 | セル電圧出力部 |
| | | 85-1-2 | 出力部 |
| | | 90 | 入力 |
| | | 91 | 出力 |
| | | 92 | 異常セル番号 |
| | | 93 | 下位ユニット異常 (UNIT-IN) |
| | | 94 | 異常セル番号 (符号) |
| | | 95 | 下位ユニット異常 (UNIT-OUT) |
| | | 96 | 異常ユニット番号 (符号) |

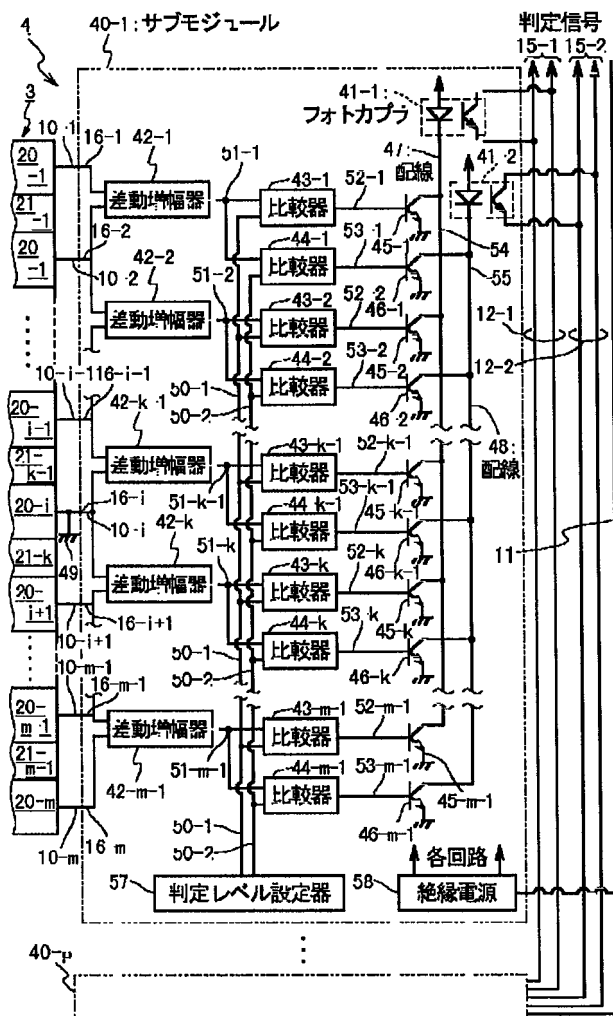
【図1】



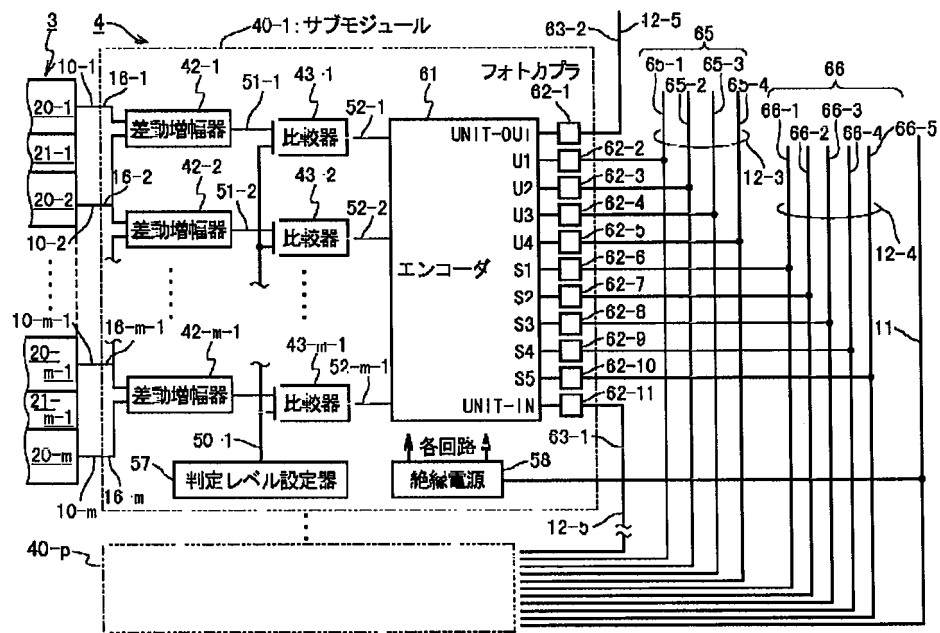
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

92 入力		91 異常セル番号 (符号)					95 出力			
92 異常セル番号	90 下位ユニット異常	91 異常セル番号 (符号)					95 出力			
	UNIT-IN	S1	S2	S3	S4	S5	94 下位ユニット異常	96 異常ユニット番号 (符号)	U1	U2
1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
2	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
3	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0
4	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
5	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0
6	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0
8	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
9	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
10	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
11	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0
12	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
13	0	1	0	1	1	0	1	1	0	0
14	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0
15	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0
25	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0
26	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0
27	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0
28	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
29	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
30	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
異常なし	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

